

Attorney's Docket No.: 297-009349-US(PAR)



PATENT

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re application of: KINNUNEN et al.

Group No.:

Serial No.: 09/538,082

Filed: 3/29/00

Examiner:

For: METHOD AND APPARATUS FOR MEASURING AND OPTIMISING THE QUALITY OF DATA TRANSMISSION.

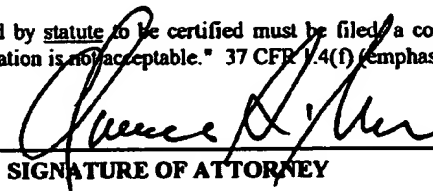
Commissioner of Patents and Trademarks
Washington, D.C. 20231

TRANSMITTAL OF CERTIFIED COPY

Attached please find the certified copy of the foreign application from which priority is claimed for this case:

Country : Finland
Application Number : 991062
Filing Date : 7 May 1999

WARNING: "When a document that is required by statute to be certified must be filed a copy, including a photocopy or facsimile transmission of the certification is not acceptable." 37 CFR 1.4(f) (emphasis added.)


SIGNATURE OF ATTORNEY

Reg. No.: 24,622

Clarence A. Green

Type or print name of attorney

Tel. No.: (203) 259-1800

Perman & Green, LLP

P.O. Address

425 Post Road, Fairfield, CT 06430

NOTE: The claim to priority need be in no special form and may be made by the attorney or agent if the foreign application is referred to in the oath or declaration as required by § 1.63.

CERTIFICATE OF MAILING/TRANSMISSION (37 CFR 1.8a)

I hereby certify that this correspondence is, on the date shown below, being:

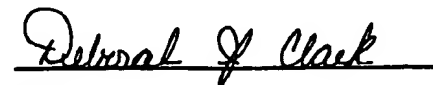
MAILING

☒ deposited with the United States Postal Service with sufficient postage as first class mail in an envelope addressed to the Commissioner of Patents and Trademarks, Washington, D.C. 20231

Date: April 17, 2000

FACSIMILE

☐ transmitted by facsimile to the Patent and Trademark Office

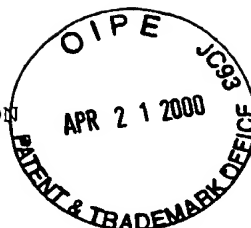


Signature

DEBORAH J. CLARK
(type or print name of person certifying)

(Transmittal of Certified Copy [5-4])

Helsinki 29.3.2000



ETUOIKEUSTODISTUS
PRIORITY DOCUMENT



Hakija
Applicant

Nokia Mobile Phones Ltd
Espoo

Patenttihakemus nro
Patent application no

991062

Tekemispäivä
Filing date

07.05.1999

Kansainvälinen luokka
International class

H04B

Keksinnön nimitys
Title of invention

"Menetelmä ja järjestelmä testausalgoritmin toimivuuden testaamiseksi
tiedonsiirtolaitteessa"

Täten todistetaan, että oheiset asiakirjat ovat tarkkoja jäljennöksiä
patentti- ja rekisterihallitukselle alkuaan annetuista selityksestä,
patenttivaatimuksista, tiivistelmästä ja piirustuksista.

This is to certify that the annexed documents are true copies of the
description, claims, abstract and drawings originally filed with the
Finnish Patent Office.


Marketta Huttunen
Toimistos sihteeri

Maksu 300,- mk
Fee 300,- FIM

Osoite: Arkadiankatu 6 A Puhelin: 09 6939 500
P.O.Box 1160 Telephone: + 358 9 6939 500
FIN-00101 Helsinki, FINLAND

Telefax: 09 6939 5328
Telefax: + 358 9 6939 5328

Menetelmä ja järjestelmä testausalgoritmin toimivuuden testaamiseksi tiedonsiirtolaitteessa - Metod och arrangemang för att pröva testningsalgoritmens funktionalitet i en datatransmissionsapparat

5

Keksintö koskee yleisesti radio- ja muiden tiedonsiirtolaitteiden toiminnan testaamista. Erityisesti keksintö koskee virheiden tilastointiin perustuvaa digitaalisen radiolaitteen toiminnan testaamista. Keksinnön selostuksessa keskitytään erityisesti radiolaitteen toiminnan testaamiseen tyyppihyväksynnän aikana, mutta radio- ja muiden tiedonsiirtolaitteiden toimintaa testataan toki monissa muissakin yhteyksissä, kuten tuotekehityksen, valmistuksen, korjauksen ja huollon aikana. Lisäksi keksintöä voidaan soveltaa jopa radio- tai muun tiedonsiirtolaitteen tavallisen käytön aikana.

10

Yleisiin tiedonsiirtoverkkoihin tarkoitetut uudet digitaaliset radiolaitteet, kuten digitaaliset matkapuhelimet, testataan tyyppihyväksyntää varten ennen niiden pääsyä markkinoille. Testauksessa käytettävät laitteistot ja menetelmät on yleensä määritetty tiedonsiirtoverkkoja koskeissa standardeissa. Kuva 1 esittää tunnettua testausjärjestelyä, jossa testauksen kohteena on solukkoradiojärjestelmän liikkuva päätelaite MS (Mobile Station) 101. Päätelaitetta voidaan nimittää myös UE:ksi (User Equipment). Solukkoradiojärjestelmää simuloi testin aikana järjestelmä 102, jota nimitetään SS:ksi (Simulation System). Tässä hakemuksessa tällaista järjestelmää kutsutaan simulointijärjestelmäksi tai testausjärjestelmäksi. Tiedonsiirron toiminnan testaaminen edellyttää, että SS:n MS:n välille pystytetään toimiva tiedonsiirtoyhteys 103, joka voi olla radioyhteys tai johdinyhteys, joka kulkee päätelaitteessa olevan testausliitännän kautta.

20

25

30

35

Testeissä käytetään yleensä menettelyä, jossa päätelaite vastaanottaa alassuunnassa SS:ltä kehyksen ja kierrättää ylössuunnassa takaisin SS:lle vastaavan kehyksen, joka sisältää vastaavan määrän bittejä. Päätelaite voi kierrättää takaisin SS:lle jopa bitti bitiltä samat bitit, jotka se vastaanotti alassuunnassa. SS tutkii, onko kehykseen ilmaantunut tiedonsiirrosta tai päätelaitteen toiminnasta aiheutuneita virheitä. Kierrätystä kuvaa nuoli 104. Järjestely on soveltunut tunnettujen solukkoradiojärjestelmien päätelaitteiden testaamiseen, koska tunnetuissa järjestelmissä tiedonsiirtoyhteudet ovat kaksisuuntaisia ja niiden kapasiteetti on jaettu symmetrisesti eli ylössuuntaisen tiedonsiirron kapasiteetti on yhtä suuri kuin alassuuntaisen. Uusien solukkoradiojärjestelmien päätelaitteissa täytyy kuitenkin testata myös sellaisia toimintoja, jotka liittyvät tiedonsiirtokapasiteetin jakamiseen

epäsymmetrisesti ylös- ja alassuuntaisen tiedonsiirron välillä. Lisäksi uusien solukkoradiojärjestelmien päätelaitteissa saattaa olla jopa yksisuuntaiseen alassuuntaiseen tiedonsiirtoon perustuvia toimintoja, joiden testaaminen tekniikan tason mukaisella menetelmällä ei luonnollisestikaan ole mahdollista.

5

Hakijan aikaisemmasta suomalaisesta patenttihakemuksesta numero 981267, joka ei ole tullut julkiseksi tämän hakemuksen prioriteettipäivään mennessä, tunnetaan eräs vaihtoehtoinen testausmenettely, joka soveltuu kapasiteetiltaan epäsymmetristen tiedonsiirtojärjestelyjen testaamiseen. Siinä päätelaite valitsee alassuuntaisten
10 kehysten biteistä vain tietyn osan, joka kierrätetään ylössuuntaisiin kehyksiin. Tällaisen järjestelyn haittapuolena on se, että virheet alassuuntaisen kehyksen sellaisissa biteissä, joita ei kierrätetä ylössuuntaan, jäävät havaitsematta. Lisäksi tämäkään järjestely ei sovellu yksisuuntaisten alassuuntaisten tiedonsiirtoyhteyksien testaamiseen.

15

Hakijan aikaisemmasta suomalaisesta patenttihakemuksesta numero 990690, joka ei myöskään ole tullut julkiseksi tämän hakemuksen prioriteettipäivään mennessä, tunnetaan testausmenettely, jossa testattavan päätelaitteen ei välttämättä tarvitse kierrättää lainkaan varsinaista siirrettävää tietoa ylössuuntaan. Tämä menettely
20 perustuu siihen, että päätelaite pystyy tuottamaan saman näennäissatunnaisen testaussekvenssin, jonka SS sisällyttää alassuunnassa lähetettäviin testikehyksiin. Päätelaite vertaa vastaanottamaansa testaussekvenssiä itse tuottamaansa sekvenssiin, tilastoi vertailussa havaitut vastaanotetun sekvenssin virheet ja lähettää ylössuunnassa SS:lle havaittujen virheiden määrän sellaisenaan ja/tai jonkin
25 virheiden määrää kuvaavan tunnusluvun. Tämä testausmenettelyn haittapuolena on se, että se on riippuvainen sen algoritmin toiminnasta, jota päätelaite käyttää vertailusekvenssin tuottamiseen ja virheiden havaitsemiseen.

Esillä olevan keksinnön tavoitteena on esittää digitaalisen tiedonsiirtolaitteen toiminnan testaamiseksi menetelmä, jossa riippuvaisuus tiedonsiirtolaitteen sisäisten toimintojen oikeellisuudesta on vähäisempää kuin edellä selostetussa tekniikan tason mukaisessa menettelyssä. Keksinnön tavoitteena on myös esittää tarvittava laitteisto keksinnön mukaisen menetelmän toteuttamiseksi.

35 Keksinnön tavoitteet saavutetaan tutkimalla, miten testattava tiedonsiirtolaite käsittelee sellaista testaussekvenssiä, jonka virheellisyys on tunnettu.

Keksinnön mukaiselle menetelmälle on tunnusomaista, että se käsittää vaiheet, joissa

- tuotetaan ensimmäistä testaussekvenssiä,
- testaussekvenssiin aiheutetaan tunnettuja virheitä toisen testaussekvenssin tuottamiseksi,
- välitetään toista testaussekvenssiä testattavalle tiedonsiirtolaitteelle,
- testattava tiedonsiirtolaite tuottaa ensimmäistä testaussekvenssiä vastaavaa kolmatta testaussekvenssiä,
- testattava tiedonsiirtolaite vertaa toista testaussekvenssiä kolmanteen testaussekvenssiin testaussekvenssien välisten eroavaisuuksien havaitsemiseksi, ja
- tiedonsiirtolaite välittää simulointijärjestelmälle havaittuja eroavaisuuksia kuvaavia tietoja.

Keksintö kohdistuu myös testauslaitteistoon, jolle on tunnusomaista, että se käsittää

- testaussekvenssigeneraattorin testaussekvenssin tuottamiseksi,
- virhegeneraattorin virheiden tuottamiseksi mainittuun testaussekvenssiin, ja
- vertailupiirin tuotettujen virheiden ja testattavan tiedonsiirtolaitteen havaitsemien virheiden vertailemiseksi.

- 20 Tiedonsiirtoon liittyvien toimintojen testaamiseksi simulointijärjestelmä tuottaa näennäissatunnaisen bittisekvenssin tai muun testaussekvenssin, joka pakataan alassuuntaisiin kehyksiin ja lähetetään testattavalle tiedonsiirtolaitteelle. Keksinnön mukaisesti testaussekvenssiin aiheutetaan tunnettu määrä virheitä. Se välitetään testattavalle tiedonsiirtolaitteelle edullisimmin niin hyvien signaalin etenemisolosuhteiden vallitessa, että on epätodennäköistä, että virheiden määrä tai laatu oleellisesti muuttuisivat ennen testattavan tiedonsiirtolaitteen sitä kohtaa, jossa analysoidaan vastaanotetun sekvenssin virheettömyyttä. Kun testattava tiedonsiirtolaite vertaa vastaanottamaansa testaussekvenssiä itse tuottamaansa sekvenssiin, se havaitsee vastaanotetussa sekvenssissä olevat virheet ja laatii niistä erilaisia tilastoja esimerkiksi bittivirhesuhteen (BER; Bit Error Ratio) tai kehysten hylkäyssuhteen (FER; Frame Erasure Ratio) muodossa. Tällainen virheiden tilastointi voi tapahtua samalla tavalla kuin on esitetty edellä mainitussa hakijan aikaisemmassa hakemuksessa. Ylössuuntaista tiedonsiirtoyhteyttä käytetään näiden tilastojen välittämiseksi simulointijärjestelmälle, joka tutkii, vastaako testattavan tiedonsiirtolaitteen antama tieto simulointijärjestelmällä olevaa tietoa lähetetyn alassuuntaisen sekvenssin virheellisyydestä.

Keksinnön mukainen menetelmä ei edellytä kovin suurta ylössuuntaista tiedonsiirtokapasiteettia, koska ylössuunnassa välitetään vain testattavan tiedonsiirtolaitteen antamat tiedot virheistä, jotka se on havainnut vastaanottamassaan testaussekvenssissä. Ylössuuntaisen tiedonsiirtoyhteyden ei tarvitse välttämättä liittyä lainkaan alassuuntaiseen tiedonsiirtoyhteyteen. Uusiin elektronisiin laitteisiin on ehdotettu mm. bluetooth-liitäntää, jolla voidaan muodostaa lyhyen kantaman langaton tiedonsiirtoyhteys ainakin kahden laitteen välille. Testattava tiedonsiirtolaite voi välittää tietoja analysoinnin antamista tuloksista testauslaitteistolle bluetooth-liitännän kautta. Luonnollisesti ylössuunnassa voidaan käyttää myös kaksisuuntaisen tiedonsiirtoyhteyden ylössuuntaista kanavaa, jos sellainen on tarjolla.

Keksinnön mukainen testausmenetelmä on myös suhteellisen riippumaton testattavan tiedonsiirtolaitteen sisäisistä toiminnoista, koska havaittujen ja tunnettujen virheiden vertailu testausjärjestelmässä ei riipu siitä, mitä menetelmää testattava tiedonsiirtolaite on käyttänyt virheiden havaitsemiseen. Testausjärjestelmä voi vaihdella testaussekvenssiin tuotettujen virheiden määrää ja laatua, jolloin voidaan tutkia, miten hyvin testattava tiedonsiirtolaite havaitsee eri tavoin esiintyviä virheitä.

Keksintö ei mitenkään rajoita sitä, kuinka paljon testattava tiedonsiirtolaite lähettää ylössuunnassa tietoja, jotka kuvaavat havaittuja ja tilastoituja virheitä. Keksinnön mukainen menetelmä on kuitenkin tehokkaimmillaan silloin, kun ylössuunnassa välitetyt tiedot kuvaavat havaittuja ja tilastoituja virheitä suhteellisen tarkasti, esimerkiksi siten, että testattava tiedonsiirtolaite ilmoittaa erikseen kussakin alassuuntaisessa kehyksessä havaitun bittivirhesuhteen.

Seuraavassa selostetaan keksintöä yksityiskohtaisemmin viitaten esimerkkinä esitettyihin edullisiin suoritusmuotoihin ja oheisiin kuviin, joissa

- kuva 1 esittää tekniikan tason mukaista testausta,
- kuva 2 esittää keksinnön periaatetta ja
- kuva 3 havainnollistaa keksinnön mukaista menetelmää testauksessa.

Edellä tekniikan tason selostuksen yhteydessä on viitattu kuvaan 1, joten seuraavassa keksinnön ja sen edullisten suoritusmuotojen selostuksessa viitataan lähinnä kuviin 2 ja 3.

- 5 Kuva 2 esittää järjestelyä, jossa testauslaitteistoon 201 on kytketty sinänsä tunnetulla tavalla testattava digitaalisen matkaviestinjärjestelmän matkaviestin 202. Testauksessa on yleensä edullista, että matkaviestin 202 on varustettu erityisesti testaukselle suunnitellulla SIM:llä (Subscriber Identity Module) 203, joka voi olla matkaviestimissä yleisesti käytetyn SIM-kortin tapainen älykortti tai
10 erityinen SIM-simulaattori, jolla muodostetaan tarvittavat yhteydet matkaviestimessä olevan SIM-liittimen ja erityisen SIM:in toimintaa simuloivan laitteiston välille. Keksintö ei kuitenkaan edellytä minkään erityisen SIM:n käyttöä.

- Testauslaitteistossa 201 on sinänsä tunnetulla tavalla tietty
15 testaussekvenssigeneraattori 204, joka alustetaan tietyllä ns. siemenluvulla 205 ja joka sen jälkeen tuottaa näennäissatunnaisten testaussekvenssin. Matkaviestimessä 202 on vastaavalla tavalla toimiva testaussekvenssigeneraattori 206, joka alustetaan samoin tietyllä siemenluvulla 207. Näennäissatunnaisten testaussekvenssien tuottamiseen käytettävien generaattoreiden yleisistä periaatteista seuraa, että jos
20 siemenluvut 205 ja 207 ovat samat, generaattorit 204 ja 206 tuottavat täsmälleen saman näennäissatunnaisten testaussekvenssin.

- Matkaviestimessä 202 on myös vertailupiiri 208 ja tilastointiyksikkö 209, jotka on järjestetty vertaamaan testauslaitteistolta vastaanotettua testaussekvenssiä bitti bitiltä
25 paikallisesti tuotettuun testaussekvenssiin ja tilastoimaan vertailussa havaitut eroavaisuudet. Lisäksi tilastointiyksiköstä 209 on ylössuuntainen yhteys takaisin testauslaitteistoon, jotta tilastoinnin tulokset voidaan välittää testauslaitteistolle. Tämä yhteys voi olla ylössuuntainen kanava samassa tiedonsiirtoyhteydessä, jota pitkin alassuuntainen signaali on välitetty testauslaitteistosta 201 matkaviestimelle
30 202, tai se voi olla jokin muu yhteys kuten bluetooth-yhteys.

- Jotta näennäissatunnaisten testaussekvenssien vertaaminen olisi mielekästä, testaussekvenssigenaattoreiden 204 ja 206 on toimittava synkronoidusti eli tuotettava samat bitit samassa tahdissa. Testaussekvenssien generoinnin
35 synkronointi on sinänsä tunnettua, koska esimerkiksi yleensä hajaspektritekniikassa (engl. spread spectrum technology) ja sen sovelluksena erityisesti koodijakoisissa monikäyttömenetelmissä (CDMA, Code Division Multiple Access) hyötysignaalin erottaminen kilpailevista hyötysignaaleista ja kohinasta perustuu saman

näennäissatunnaisen hajotussekvenssin käyttämiseen sekä lähetys- että vastaanottopäässä. Keksinnön yhteydessä voidaan käyttää jotain sinänsä tunnettua tekniikkaa testaussekvenssien generoinnin synkronoimiseksi. Synkronointi on esitetty kuvassa 2 kaavamaisesti nuolella 210.

5

Ylössuuntaisessa yhteydessä voidaan välittää esimerkiksi tietty tallennettu bittivirhesuhteen tai kehysvirhesuhteen arvo tai jokin niistä johdettu arvo, kuten bittivirhesuhteen keskiarvo tietyllä aikavälillä. Monissa sovelluksissa kiinnitetään huomiota vain siihen, jääkö bittivirhesuhde tai kehysvirhesuhde pienemmäksi kuin tietty ennalta määrätty raja-arvo, jolloin ylössuunnassa tarvitsisi välittää vain kyllä/ei-tyyppinen vastaus (on pienempi kuin raja-arvo / ei ole pienempi kuin raja-arvo). Koska raja-arvot määritellään tavallisesti eksponenttilukuina (esimerkiksi $1,0 \cdot 10^{-6}$), eräs mahdollisuus on välittää ylössuunnassa se luvun $1,0 \cdot 10^{-x}$ eksponentti x , joka kuvaa havaittua bittivirhesuhteen ylempää raja-arvoa. Välitetty luku -6 esimerkiksi kertoo, että havaittu bittivirhesuhde on pienempi kuin $1,0 \cdot 10^{-6}$.

15

Keksinnön mukaisesti testauslaitteistossa on hallitusti toimiva virhegeneraattori 211, jolla pystytään aiheuttamaan mihin tahansa testaussekvenssiin tietty tunnettu virheellisyys. Virhegeneraattori 211 voi tuottaa testaussekvenssiin virheitä osittain näennäissatunnaisesti eli siten, että tietyssä testaussekvenssin jaksossa on tarkasti tunnettu määrä virheitä, mutta niiden sijoittuminen kyseisen jakson sisällä on satunnaista. Virhegeneraattori 211 voi toimia myös siten, että se tuottaa tarkasti määrätyn bittivirhekuvion, jossa esimerkiksi K :n bitin välein on N :n bitin jakso, jossa joka M :nnen bitin arvo on vaihtunut. Tässä K , N ja M ovat positiivisia kokonaislukuja, jolloin virhegeneraattorin toimintaa ohjaava ohjauspiiri (ei erikseen esitetty kuvassa) voi ohjata tarkasti virheiden generoitumista antamalla virhegeneraattorille haluamansa K :n, N :n ja M :n arvot. Monenlaiset yhdistelmät ja muunnelmät näistä toimintatavoista ovat myös mahdollisia.

20

25

30

35

Keksinnön mukaisesti testauslaitteistossa on myös vertailupiiri 212, joka saa tiedon siitä, kuinka paljon ja minkälaisia virheitä testaussekvenssissa on siinä vaiheessa, kun se lähetetään testattavalle matkaviestimelle alassuuntaisissa tiedonsiirtokehyksissä. Tämä tieto voi tulla joko virhegeneraattorin ohjaustiedoista, kuten kuvassa 2 on esitetty yhtenäisellä viivalla, tai vertailupiiri 212 voi vastaanottaa kopiot niistä alassuuntaisista kehyksistä, jotka toimitetaan testattavalle matkaviestimelle. Jälkimmäinen vaihtoehto on esitetty kuvassa 2 katkoviivalla. Kun testattava matkaviestin välittää testauslaitteistolle havaitsemiaan virheitä kuvaavat tiedot, ne ohjataan testauslaitteistossa vertailupiirille 212. Vertailupiiri 212 voi

tällöin tutkia, vastaavatko testattavan matkaviestimen antamat tiedot niitä tietoja, jotka kuvaavat testaussekvenssin virheellisyyttä lähetyksvaiheessa.

5 Hakijan aikaisemmassa suomalaisessa patenttihakemuksessa numero 990690, joka on aiemmin mainittu tekniikan tason selostuksessa, on esitetty erilaisia vaihtoehtoja testaussilmukan toteuttamiseksi testattavassa matkaviestimessä. Testaussilmukalla tarkoitetaan tällöin niitä laite- ja ohjelmistototeutuksen osia, jotka testattavassa päätelaitteessa huolehtivat testaussekvenssin vastaanottamisesta, demoduloinnista ja dekodauksesta, virheiden havaitsemisesta ja tilastoinnista sekä virheitä kuvaavien
10 tietojen lähettämisestä testauslaitteistolle. Esillä oleva keksintö ei aseta mitään lisävaatimuksia testattavalle matkaviestimelle, vaan se voi toimia täysin mainitussa aikaisemmassa hakemuksessa esitetyllä tavalla.

Edellä mainitussa aikaisemmassa hakemuksessa sekä hakijan aikaisemmassa
15 suomalaisessa patenttihakemuksessa numero 981267 on myös käsitelty niitä etuja, jotka saavutetaan, jos testaussilmukan muodostus tapahtuu ilman tiettyjen ylempien protokollakerrosten myötävaikutusta. Tällä tarkoitetaan erityisesti ns. MM-kerrosta (Mobility Management) ja niitä protokollakerroksia, jotka ovat sitä ylempänä yhteyksien muodostamiseen ja ylläpitoon tarkoitetuissa protokollapinoissa. Esillä
20 oleva keksintö ei ole riippuvainen siitä, mitä protokollakerroksia testausyhteyden muodostamiseen ja ylläpitoon käytetään. Keksintö toimii hyvin esimerkiksi silloin, kun käytetään edellä mainituissa hakemuksissa kuvattua menettelyä, joka perustuu pelkkien alempien protokollakerrosten hyödyntämiseen.

25 Kuva 3 esittää esimerkinomaista testausmenetelmää, jossa sovelletaan keksintöä. Testattava matkaviestin on liitetty sinänsä tunnetulla tavalla testauslaitteistoon ja testaus-SIM:iin. Testattavan matkaviestimen ja testauslaitteiston välille muodostetaan MT-radioyhteys (Mobile Terminating) kuvan 3 esittämällä tavalla. Matkaviestimen ollessa päällekytkettynä testauslaitteisto lähettää sille PCH-
30 kanavalla kutsuviestin (engl. Paging Request) 301, johon matkaviestin vastaa RACH-kanavalla lähetettävällä kanavapyynnöllä (engl. Channel Request) 302. Testauslaitteisto lähettää tämän jälkeen välittömän myöntöviestin (engl. Immediate Assignment) 303, joka voi sisältää erilaisia ohjeita matkaviestimelle. Matkaviestin lähettää testauslaitteistolle SABM-viestin (Set Asynchronous Balanced Mode) 304,
35 joka on itse asiassa vastaus kutsuviestiin (Paging Response) ja joka lähetetään SDCCH-kanavalla. Testauslaitteisto kuittaa vastaanottamansa SABM-viestin yleisellä kuittausviestillä 305 (UA; Unnumbered Acknowledge).

Kuvassa 3 esitettyjen viestien sisältö ja muoto on pääosin määrätty spesifikaatiossa GSM 04.08. Eräissä viesteissä on kuitenkin tuleville laajennuksille varattuja osia, joilla viestit voidaan valjastaa esillä olevan keksinnön käyttöön. Erityisesti myöntöviesti 303 sisältää ns. varaoktetteja (engl. rest octets), joissa kaksi
 5 ensimmäistä bittiä ilmaisevat muun varaoktetin sisällön. Tämän patenttihakemuksen prioriteettipäivään mennessä varaoktetin kahden ensimmäisen bitin arvoista on varattu arvot 11 ja 10, mutta arvot 01 ja 00 ovat käyttämättä. Keksinnön edullisen suoritusmuodon mukaisesti ainakin toinen näistä arvoista voidaan varata ilmaisemaan sitä, että vasteena myöntöviestiin 303 testattavan matkaviestimen on
 10 asetettava itsensä erityiseen testitilaan. Testitila on edullista määritellä sellaiseksi, että vaikka RR-tason yhteys matkaviestimen ja testauslaitteiston välillä on muodostettu, matkaviestimen protokollapinon RR-taso ei ilmoita yhteydestä ylöspäin MM-tasolle. Kun MM-taso ja sitä ylemmät protokollakerrokset eivät tiedä muodostetun radioyhteyden olemassaolosta, ne eivät myöskään pyri katkaisemaan
 15 yhteyttä minkään niille ominaisen valvontamekanismin takia, joka esimerkiksi pyrkisi valvomaan yhteyden virheettömyyttä.

Testitila siis tarkoittaa, että testattava matkaviestin komennetaan testiä varten ylläpitämään yhteyttä tietyllä tiedonsiirtokanavalla. Matkaviestin pidetään tällöin
 20 testitilassa Layer 3-tason signaloinnin avulla. Testitilan määrittelemisen edellä kuvatun kaltaiseksi ja määritelmän toteuttaminen käytännössä ovat sinänsä alan ammattimiehelle helpot toteuttaa, koska matkaviestin toimii täysin ohjauslohkonsa ohjaamana. Ohjauslohko puolestaan on mikroprosessori, joka suorittaa käytössään oleviin muistivälineisiin tallennettua ohjelmaa. Kun tämä ohjelma kirjoitetaan
 25 sellaiseksi, että vasteena tietyn Layer 3-tason komennon vastaanottamiseen ilmoitusta ylemmille protokollakerroksille ei lähetetä, matkaviestin saadaan toimimaan halutulla, keksinnön mukaisella tavalla.

Kun yhteys on muodostettu, testauslaitteisto voi lähettää testattavalle
 30 matkaviestimelle mitä tahansa sellaisia komentoja, jotka eivät edellytä yhteydestä tietämättömien ylempien protokollatasojen osallistumista liikennöintiin. Seuraavassa oletetaan yksinkertaisesti, että testauslaitteisto lähettää vertailu- ja tilastointioperaation aloituskomennon START 306, joka voi sisältää erilaisia tunnisteita esimerkiksi sen määrittämiseksi, missä testattavan matkaviestimen
 35 kohdassa virheiden tilastointi tulee suorittaa. Jotta testauslaitteisto voisi valvoa lähettämänsä viestin perillemenoaa, sen on edullista käynnistää viestin lähettämisen yhteydessä tietty ajastin, jolloin matkaviestimeltä on saatava kuittaus ennen ajastimeen asetetun määräajan umpeutumista. Matkaviestin kuittaa

vastaanottamansa viestin kuittausviestillä ACK 307. Matkaviestin kytkee 308 testaussilmukan käyttöön tietyn määräajan kuluessa siitä, kun se on lähettänyt kuittauksen.

- 5 Kun testaussilmukka on kytketty testattavassa matkaviestimessä, testauslaitteisto voi alkaa lähettää testidataa eli alassuuntaisiin kehyksiin pakattuja näennäissatunnaisen testaussekvenssin jaksoja, joihin on aiheutettu virheitä tunnetulla tavalla. Tämän toteuttamiseksi testauslaitteisto tuottaa 309 ensimmäistä testaussekvenssiä, aiheuttaa 310 siihen tunnettuja virheitä ja välittää 311 näin muodostettua toista 10 testaussekvenssiä testattavalle tiedonsiirtolaitteelle. Testattava tiedonsiirtolaite tuottaa 312 ensimmäistä testaussekvenssiä vastaavaa kolmatta testaussekvenssiä, ja vertaa 313 toista testaussekvenssiä kolmanteen testaussekvenssiin testaussekvenssien välisten eroavaisuuksien havaitsemiseksi. Testattava matkaviestin vastaa testauslaitteistolle lähettämällä tuottamiaan tietoja, jotka 15 kuvaavat vastaanotetussa signaalissa havaittuja virheitä. Kuvassa 3 tämä on esitetty nuolella 314. Koska tarkoitus on testata virheiden havaitsemista matkaviestimessä, testidata on edullista välittää matkaviestimelle suhteellisen suurella signaalivoimakkuudella ja muutenkin optimaalisten signaalin etenemisolosuhteiden vallitessa, jolloin testidataan ei todennäköisesti aiheudu lisää virheitä tiedonsiirron 20 aikana.

- Nuolet 315 ja 316 kuvaavat testidatan lähettämistä eri "virheellisyystasoilla". Virheitä voidaan tuottaa testidataan esimerkiksi enemmän tai vähemmän, tai virheet voivat noudattaa erilaisia esiintymismalleja (säännöllisesti/epäsäännöllisesti, 25 tasaisesti/purskeittain jne.). Keksintö ei rajoita sitä, miten virheet varsinaisesti sijaitsevat testidatassa. Nuoli 317 kuvaa sitä, että testattava matkaviestin lähettää uudestaan tietoja, jotka kuvaavat vastaanotetussa signaalissa havaittuja virheitä.

- Testaussilmukan ollessa kytkettynä matkaviestin vertaa vastaanotettuja 30 testaussekvenssin osia paikallisesti tuotettuihin osiin ja mittaa esimerkiksi bittivirhesuhteen tai kehysvirhesuhteen sekä tilastoi mittaustulokset halutulla tavalla. Valmiit tilastointitulokset tai yleisemmin vastaanoton virheettömyyttä kuvaavat informaatioelementit lähetetään ylössuunnassa takaisin testauslaitteistolle. Testauslaitteisto vastaanottaa matkaviestimen lähettämät ylössuuntaiset kehykset, 35 demoduloi ne ja poistaa salauksen, jolloin vastaanotetun kehyksen sisältämät tilastointitulokset ovat testauslaitteiston käsiteltävissä.

Kun testaus on päättymässä, testauslaitteisto voi komentaa matkaviestimen purkamaan testaussilmukan lähettämällä erityisen komennon QUIT, jota kuvassa 3 esittää nuoli 318. Matkaviestin purkaa testaussilmukan ja kuittaa vastaanottamansa viestin kuittausviestillä ACK, jota kuvaa nuoli 319. Testaussilmukan purkamisen yhteydessä matkaviestin palaa 320 testaustilasta normaaliin toimintatilaan.

Tässä patenttihakemuksessa esitetyt, tiettyyn järjestelmään, laitteistoon tai viesteihin liittyvät nimitykset ja spesifikaatiot on esitetty esimerkin vuoksi eikä niillä ole vaikutusta keksinnön sovellettavuuteen kaikissa sellaisissa matkaviestinjärjestelmissä, joissa matkaviestin voi toimia data-, liikenne- ja kontrollikanavilla. Esimerkkeinä tällaisista järjestelmistä voidaan mainita GSM- (Global System for Mobile telecommunications) tai UMTS-järjestelmä (Universal Mobile Telecommunication System), näihin mainittuihin kuitenkin millään tavoin rajoittumatta. Keksintöä on muutenkin mahdollista muunnella poikkeamatta jäljempänä esitettävien patenttivaatimusten määrittämästä suojapiiristä. Esimerkiksi testaussilmukan kytkeminen käyttöön ja matkaviestimen asettaminen testaustilaan sekä testaussilmukan purkaminen ja matkaviestimen palauttaminen normaalitilaan voivat keksinnön eräässä muunnelmassa tapahtua muutenkin kuin testauslaitteiston lähettämällä komennolla. Voidaan jopa ajatella, että nämä toiminnot tehdään käsin asettamalla jokin kytkin tai liitin matkaviestimessä haluttuun asentoon. Testauksen sujuvuuden ja automatisoinnin kannalta on kuitenkin edullista, että nämä toiminnot voidaan tehdä testauslaitteiston lähettämillä komennoilla.

Patenttivaatimukset

1. Menetelmä digitaalisen tiedonsiirtolaitteen toiminnan testaamiseksi testauslaitteiston avulla, **tunnettu** siitä, että se käsittää vaiheet, joissa
- 5 - tuotetaan (309) ensimmäistä testaussekvenssiä,
- testaussekvenssiin aiheutetaan (310) tunnettuja virheitä toisen testaussekvenssin tuottamiseksi,
- välitetään (311) toista testaussekvenssiä testattavalle tiedonsiirtolaitteelle,
- testattava tiedonsiirtolaite tuottaa (312) ensimmäistä testaussekvenssiä vastaavaa
- 10 kolmatta testaussekvenssiä,
- testattava tiedonsiirtolaite vertaa (313) toista testaussekvenssiä kolmanteen testaussekvenssiin testaussekvenssien välisten eroavaisuuksien havaitsemiseksi, ja
- tiedonsiirtolaite välittää testauslaitteistolle havaittuja eroavaisuuksia kuvaavia tietoja.
- 15
2. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että tiedonsiirtolaite välittää bittivirhesuhdetta kuvaavia tietoja.
3. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että
- 20 tiedonsiirtolaite välittää kehysten hylkäyssuhdetta kuvaavia tietoja.
4. Testauslaitteisto digitaalisen tiedonsiirtolaitteen toiminnan testaamiseksi, **tunnettu** siitä, että se käsittää
- testaussekvenssigeneraattorin (204) testaussekvenssin tuottamiseksi,
- 25 - virhegeneraattorin (211) virheiden tuottamiseksi mainittuun testaussekvenssiin, ja
- vertailupiirin (212) tuotettujen virheiden ja testattavan tiedonsiirtolaitteen havaitsemien virheiden vertailemiseksi.
5. Patenttivaatimuksen 4 mukainen testauslaitteisto, **tunnettu** siitä, että
- 30 virhegeneraattori on järjestetty tuottamaan tiettyyn testaussekvenssin jaksoon ennalta määrätyn määrän virheitä satunnaisiin kohtiin mainittua testaussekvenssin jaksoa.
6. Patenttivaatimuksen 4 mukainen testauslaitteisto, **tunnettu** siitä, että
- 35 virhegeneraattori on järjestetty tuottamaan ennalta määrätty bittivirhekuvio.
7. Patenttivaatimuksen 4 mukainen testauslaitteisto, **tunnettu** siitä, että se on sovitettu testaamaan digitaalisen matkaviestinjärjestelmän matkaviestimiä.

(57) Tiivistelmä

Keksintö koskee yleisesti radio- ja muiden tiedonsiirtolaitteiden toiminnan testaamista. Erityisesti keksintö koskee virheiden tilastointiin perustuvaa digitaalisen radiolaitteen toiminnan testaamista. Tiedonsiirtoon liittyvien toimintojen testaamiseksi simulointijärjestelmä tuottaa näennäissatunnaisen bittisekvenssin tai muun testaussekvenssin, joka pakataan alassuuntaisiin kehyksiin ja lähetetään testattavalle tiedonsiirtolaitteelle. Keksinnön mukaisesti testaussekvenssiin aiheutetaan tunnettu määrä virheitä. Kun testattava tiedonsiirtolaite vertaa vastaanottamaansa testaussekvenssiä itse tuottamaansa sekvenssiin, se havaitsee vastaanotetussa sekvenssissä olevat virheet ja laatii niistä erilaisia tilastoja esimerkiksi bittivirhesuhteen (BER; Bit Error Ratio) tai kehysten hylkäyssuhteen (FER; Frame Erasure Ratio) muodossa. Ylössuuntaista tiedonsiirtoyhteyttä käytetään näiden tilastojen välittämiseksi simulointijärjestelmälle, joka tutkii, vastaako testattavan tiedonsiirtolaitteen antama tieto simulointijärjestelmällä olevaa tietoa lähetetyn alassuuntaisen sekvenssin virheellisyydestä.

Kuva 2

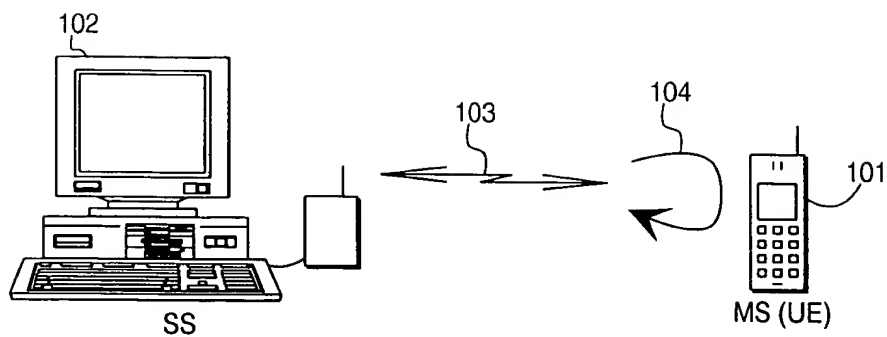


Fig. 1
PRIOR ART

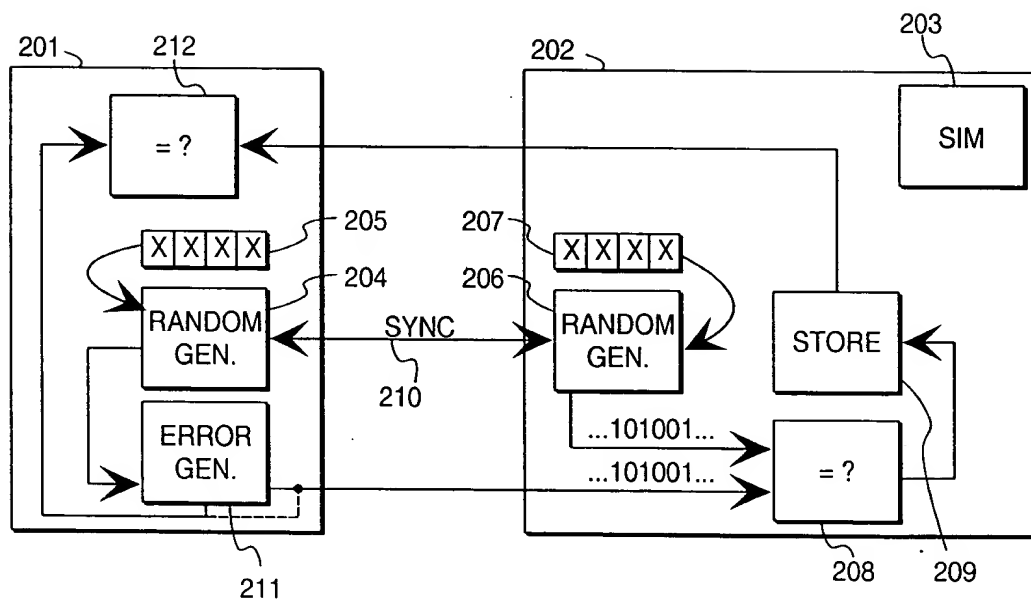


Fig. 2

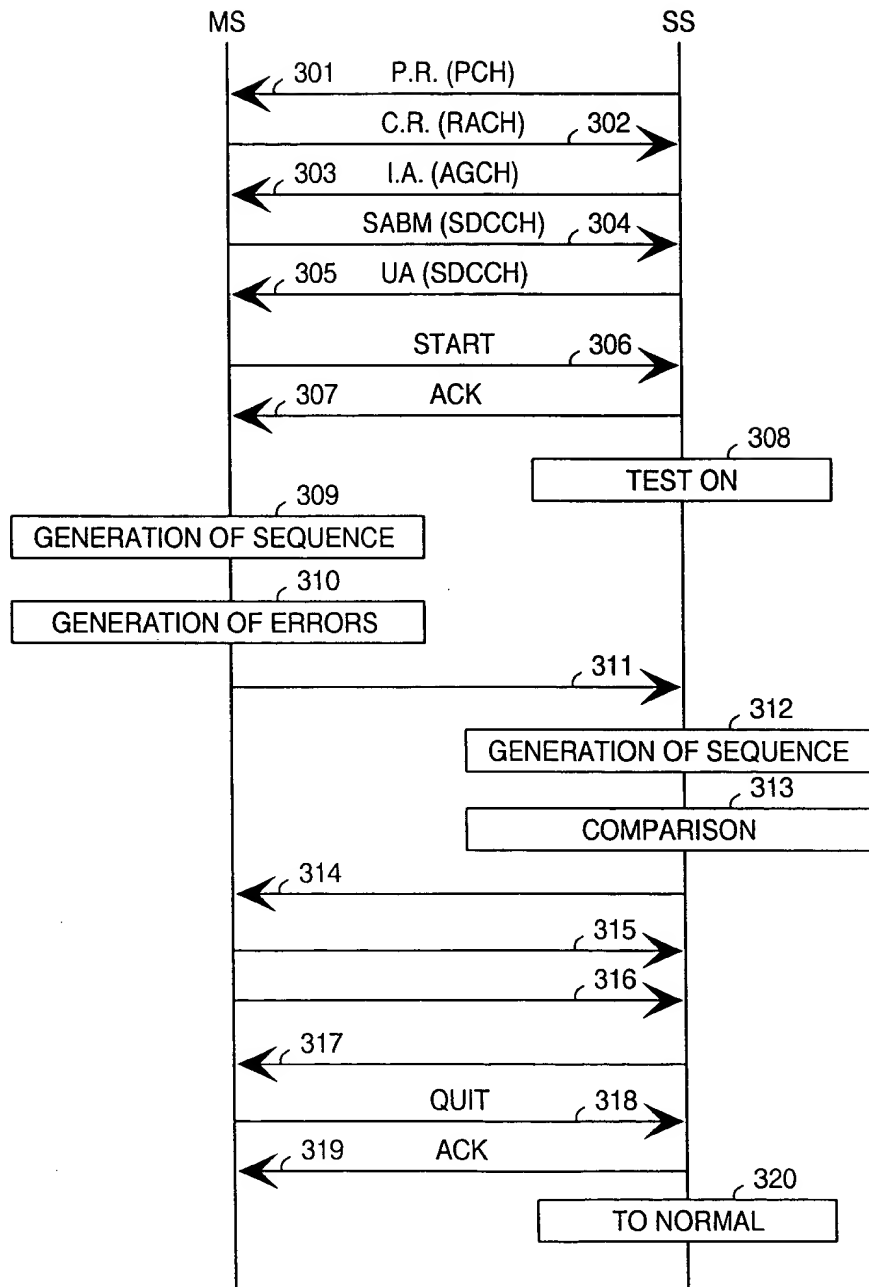


Fig. 3